

# 团 体 标 准

T/CCMI XX—XXXX

## 进口锻造用两联冶炼 IN718 棒材

Double melt inconel alloy 718 forged billets

征求意见稿

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中 国 锻 压 协 会 发 布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语与定义 .....	1
3.1 黑斑 .....	1
3.2 径轴向剖面 .....	1
4 技术要求 .....	2
4.1 化学成分 .....	2
4.2 熔炼要求 .....	2
4.3 交付状态 .....	2
4.4 热处理 .....	3
4.4.1 固溶处理 .....	3
4.4.2 时效处理 .....	3
4.5 力学性能 .....	3
4.5.1 室温拉伸性能 .....	3
4.5.2 650℃拉伸性能 .....	3
4.5.3 650℃持久性能 .....	3
4.6 低倍组织 .....	3
4.7 高倍组织 .....	4
4.7.1 显微组织 .....	4
4.7.2 晶粒度 .....	4
4.8 超声波检验 .....	4
4.9 尺寸、外形 .....	4
4.10 表面质量 .....	4
5 质量保证 .....	4
5.1 质量控制 .....	4
5.2 检验责任 .....	5
5.3 质量一致性检验 .....	5
5.3.1 组批规则 .....	5
5.3.2 检验项目 .....	5
5.3.3 判定与重复检验规则 .....	5
5.4 冶金缺陷处理 .....	6
5.5 试样加工 .....	6
6 交付准备 .....	6
6.1 标识 .....	6

T/CCMI XX—XXXX

6.2 包装与运输 .....	6
6.3 质量证明书 .....	6
7 确认 .....	6
8 拒收 .....	6
附录 A（规范性附录）棒材金相组织检查及验收.....	7

## 前 言

本标准依照GB/T 1.1 《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》的要求编制。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国航空技术国际控股有限公司国际合作发展事业部提出。

本标准由中国锻压协会归口。

本标准负责起草单位：中国航空技术国际控股有限公司国际合作发展事业部。

本标准参加起草单位：中国航空技术国际控股有限公司国际合作发展事业部、陕西宏远航空锻造有限责任公司、贵州安大航空锻造有限责任公司、中国第二重型机械集团德阳万航模锻有限公司、无锡透平叶片有限公司、西安三角防务股份有限公司、贵州航宇科技发展股份有限公司、无锡派克新材料科技股份有限公司。

标准主要起草人：

标准参加起草人：

# 进口锻造用两联冶炼 IN718 棒材

## 1 范围

本标准规定了IN718合金锻制棒材的要求、质量保证规定和交货准备等。

本标准适用于直径 $\phi$ 100mm- $\phi$ 300mm的两联冶炼IN718合金锻制棒材（以下简称棒材），但不局限于此应用。

国内对应牌号为GH4169。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

AMS-STD-2154A 变形金属超声波检验程序

AMS 2261 镍、镍基合金和钴基合金棒材、线材、丝材公差

AMS 2269 镍、镍基合金和钴基合金的化学成分极限值分析

AMS 2371 耐蚀高温合金钢、合金、可锻产品和锻坯取样和检测的质量保证

AMS 2750 高温测量规范

AMS 2806 碳钢、合金钢、不锈钢、耐热钢和高温合金的棒材、丝材、机加工管材和挤压型材的标志

志

ASTM E 8/8M 金属材料的拉伸试验方法

ASTM E 21 金属材料的高温拉伸试验

ASTM E 112 平均晶粒度的测试方法

ASTM E 139 金属材料的蠕变、蠕变断裂和持久试验

ASTM E 292 材料的缺口持久拉伸试验

ASTM E 340 金属和合金低倍腐蚀的标准试验方法

ASTM E 354 高温钢、电炉钢、磁钢和其他类似的铁、镍和钴基合金化学成分分析试验方法

ASTM E 407 金属和合金腐蚀标准方法

ARP 1313 高温合金微量元素测试方法

## 3 术语与定义

下列文件中的下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 黑斑 freckle

溶质元素正偏析导致的碳化物、碳氮化物、Laves相、 $\mu$ 相、 $\delta$ 相（ $\text{Ni}_3\text{Nb}$ ）相和/或其他金属间化合物聚集，并在腐蚀面上呈现暗色区域。

### 3.2 径轴向剖面 radial/axial plane

指由棒坯径向（横向）和轴向包围而成的面，如图1所示。

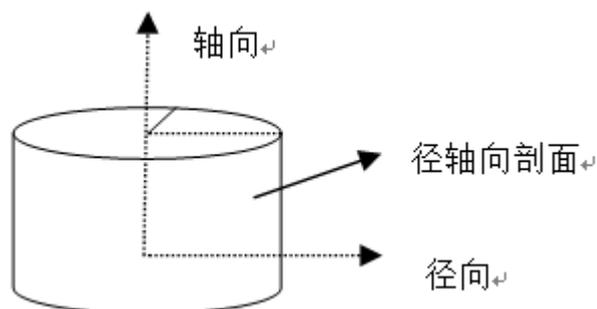


图1 径轴向剖面示意图

## 4 技术要求

### 4.1 化学成分

按质量百分比的化学成分应符合表1的要求。按照ASTM E 354的湿化学法、光谱化学法测定，根据ARP 1313的方法测定Pb、Bi、Se等微量元素含量或者采用客户认可的其他分析方法。成分偏差应符合AMS 2269的使用要求，复验分析允许偏差不适用于Pb、Bi、Ag、Mg元素。

表1 化学成分

元素	含量	元素	含量
C	0.015~0.060	Cr	17.0~21.0
Si	≤0.35	Cu	≤0.30
Mn	≤0.35	Mo	2.80~3.30
P	≤0.015	Ni	50.00~55.00
S	≤0.002	Pb	≤0.0005
Ag	≤0.0005	Ti	0.75~1.15
Al	0.30~0.70	Nb	5.00~5.50
B	≤0.006	Ta	≤0.10
Bi	≤0.00003	Co	≤1.00
Ca	≤0.005	O	≤0.002
Mg	≤0.005	TI	≤0.0001
Te	≤0.00005	As	≤0.0025
Se	≤0.0003	Sn	≤0.005
N	≤0.01	Fe	余

表2 允许偏差

元素	C	Cr	Al	Mo	Ti	B	Nb	Ni
允许偏差 /%	±0.10	±0.25	±0.15	±0.25	±0.15	±0.002	±0.25	±2.00

## 4.2 熔炼要求

4.2.1 合金采用下列冶炼工艺生产，所采用的冶炼方法应在合同和质量证明书中注明：

- a) 真空感应熔炼加真空电弧炉熔炼；
- b) 真空感应熔炼加电渣重熔再加真空电弧炉熔炼。

4.2.2 若用了两炉真空感应炉熔炼的铸锭焊接作为自耗电极时，应保证成品锭不使用有焊接接头的电极进行重熔。

4.2.3 铸锭应进行均匀化处理。

## 4.3 交付状态

棒坯以锻制状态、经车光或打磨后交付，表面粗糙度Ra应不大于 $3.2\mu\text{m}$ 。

## 4.4 热处理

试样热处理制度应符合AMS 2750的规定，固溶处理加时效处理，实际热处理制度应在质量说明书中注明。

### 4.4.1 固溶处理

950℃~980℃范围内选定温度下 $\pm 10^\circ\text{C}$ ，保温1h，空冷或以比空冷更快的速度冷却。

### 4.4.2 时效处理

720℃ $\pm 10^\circ\text{C}$ ，保温8h，以(55 $\pm 10$ )℃/h速率炉冷至620℃ $\pm 10^\circ\text{C}$ ，保温8h，空冷。

## 4.5 力学性能

从棒坯上切取横向试样，按4.4热处理后测试力学性能，应符合表3的规定。

缺口持久试样的缺口半径为0.2mm。光滑试样应拉断，缺口试样试验时间应大于光滑试样断裂时间，可不拉断。允许采用光滑缺口组合试样，试样应断于光滑段。

持久试验时间达到25h后，允许每隔8h~16h增加应力35MPa，直至拉断；无持久断后伸长率要求的试样试验时间大于25h即可停试。

表3 力学性能

棒材直径 mm	取样方向	拉伸性能					室温 硬度 HB	持久性能				
		试验 温度 ℃	$\sigma_b$	$\sigma_{0.2}$	$\delta_5$	$\Psi$		t ℃	$\sigma$ MPa	$\tau$ h	$\delta$ %	$\tau$ h
			MPa	MPa	%	%						
100~125	纵向	室温	1275	1035	12	15	$\geq 346$	650	690	$\geq 25$	$\geq 5$	-
		650	1000	860	12	15						
>125~200	横向	室温	1240	1035	6	8	$\geq 346$	650	690	$\geq 25$	-	-
		650	965	860	6	8						
>200	横向	室温	1230	1020	6	8	$\geq 346$	650	690	$\geq 25$	-	-
		650	900	800	6	8						

## 4.6 低倍组织

4.6.1 按 ASTM E 340 进行低倍组织检查。

4.6.2 横向低倍试样上不应有目视可见的疏松、针孔、白斑、分层、折叠、裂纹、缩孔、夹渣和夹杂等冶金缺陷，并检查黑斑、白斑、浅腐蚀区、暗腐蚀区等，按附录 A 进行结果判定。

#### 4.7 高倍组织

在棒坯上切取试样，经4.4热处理后进行高倍组织检查。

##### 4.7.1 显微组织

按ASTM E 407检查显微组织。应符合附录A的要求。

##### 4.7.2 晶粒度

按ASTM E 112检查晶粒度，取样部位和晶粒度应符合表5的规定，检查面为径轴向剖面。

表4 取样部位和晶粒度要求

直径/mm	取样部位	晶粒度
≥100~200	棒材中心和 1/2 半径	6 级或更细，允许个别 3 级；个别炉号出现 5 级，供需双方协商。
>200	棒材中心和 1/2 半径	4 级或更细，允许个别 2 级。

#### 4.8 超声波检验

棒坯应符合AMS-STD-2154A类检测要求，逐支进行水浸超声检测，验收要求见表6。

表5 超声波检验验收要求

棒坯直径/mm	参考平底孔*/mm	报警极限/mm	不合格极限/mm	振幅报告/mm	级别
>200~250	1.2	0.8	0.8	-	ARA
>250~300	1.2	0.8	1.2	0.8	AA
*标准波幅应为 80%FSH。					

#### 4.9 尺寸、外形

棒坯的长度应不小于1.5m，小于1.5m的棒坯可按定尺交货。棒坯的尺寸及其允许偏差、外形的其他要求可按AMS 2261执行，或由供需双方协商确定。

#### 4.10 表面质量

表面粗糙度Ra应不大于3.2 μm。棒坯应质量均匀、完好无损、无外来物及对产品使用有害的缺陷，棒材表面不允许有裂纹、折叠、结疤和夹渣。表面局部缺陷应予清除，清除深度不应超过棒材该尺寸公差之半，宽深比应不小于6。

### 5 质量保证

#### 5.1 质量控制

供应方保留制造工艺可追溯性的记录和相关受控文件（制造方法和重要工艺参数等），需方有权进行查阅。受控文件应由需要批准，一旦批准，未经需方书面认可，不得更改。当任何重要工艺参数超出

规定的界限值时，供方应预先取得需方的书面批准。必要时，需方可查看供方的制造生产工艺和本标准所要求的各项试验，但应予保密。

## 5.2 检验责任

供方和需方均须完成全部要求的试验，以保证产品符合本标准的要求。

## 5.3 质量一致性检验

### 5.3.1 组批规则

棒坯应成批提交验收，每批应由同一合金牌号、同一熔炼炉号、同一制造方法、同一规格、同一状态的棒坯组成。

### 5.3.2 检验项目

质量一致性检验项目、取样数量、取样部位以及相应要求的章节号应符合表7的规定。

### 5.3.3 判定与重复检验规则

5.3.3.1 如果由于错误的试样尺寸、试验程序或设备故障，导致试样测试结果不能满足要求，则此试验结果作废，并重新取样进行测试，以满足相关测试要求。

5.3.3.2 当化学成分分析结果不合格时，允许重新取样一次对不合格元素进行复验，复验结果仍不合格，则该炉批棒坯判定不合格。

5.3.3.3 力学性能某项检验结果不合格时，允许从原棒坯的相应位置切取双倍数量的试样对不合格项目进行复验，复验结果即使只有一个试样不合格时，该批棒坯判为不合格。所有的测试结果都应在报告里面体现。

表6 检验项目、取样部位、取样数量

序号	检验项目	取样数量	取样部位	要求的章节号
1	化学成分	共 2 个	相当于铸锭头部、尾部	4.1
2	室温拉伸	共 2 个	相当于铸锭头部、尾部的棒材的 1/2 半径处取弦向样品，或在相应的熔检样品	4.5.1
3	高温拉伸/650℃	共 2 个		4.5.2
4	高温持久	共 2 个		4.5.3
5	低倍组织	共 2 个	相当于铸锭头部、尾部的棒材	4.5.6
6	显微组织	共 2*个	相当于铸锭头部、尾部的棒材	4.7.1
7	晶粒度	共 6 个	相当于铸锭头部、尾部的棒材的中心、1/2 半径和边缘	4.7.2
8	超声波检验		逐支	4.8
9	尺寸、外形		逐支	4.9
10	外观质量		逐支	4.10
*显微组织检验样品从相当于铸锭头部和尾部的棒材处切取 2 个完整棒坯切片，然后按附录 A 的 A.2.3 取样进行组织观察。				

5.3.3.4 超声波检验不合格时，应从不符合要求的邻近切面取样进行低倍和显微组织检查，并将结果提交给需方，如果复验结果仍显示为有害缺陷，则应再切样检查直到清除全部缺陷区域。

5.3.3.5 尺寸、外形或外观质量检验不合格时，该支棒坯不合格。

#### 5.4 冶金缺陷处理

对于已验收的棒材，在后续加工过程中，发现有不允许的冶金缺陷，经供需双方确认后，应进行退货处理。

#### 5.5 试样加工

测试试样的加工应符合AMS 2371或需方规定的其他要求。

### 6 交付准备

#### 6.1 标识

每根棒坯应标明合金牌号、炉批号、锭节号/顺序号。对相当于铸锭头部和尾部位置的棒材，应有明显的符号标记。标识的其他要求应按AMS 2806的规定。

#### 6.2 包装与运输

产品应按商业惯例做好装运准备以及保证运输部门接收和安全交付。包装和运输应符合适用的商业、健康、安全和环保等部门的规章和条例。

#### 6.3 质量证明书

每批棒材应附有质量证明书。填写质量证明书应字迹清楚，其上注明：

- a) 供方名称；
- b) 需方名称；
- c) 合同号；
- d) 本标准号及版次；
- e) 合金牌号；
- f) 冶炼方法；
- g) 炉号、批号；
- h) 交付状态；
- i) 规格、数量、重量；
- j) 按本标准或协议、合同规定的各项检验结果（如复验，应包括两次检验结果）；
- k) 质量检验部门印记。

### 7 确认

供方在所有报价单上和承接订货单时应注明本标准的编号及版次。

### 8 拒收

凡不符合本标准要求的產品，需方有权予以拒收。

## 附录 A (规范性附录)

### 棒材金相组织检查及验收

#### A.1 范围

本附录适用于T/CCMI XX-2020(TBJH CCMI 001-002)中IN718合金棒材的金相组织检查及验收。

#### A.2 棒坯试样的制备与检测

##### A.2.1 棒坯试样的制备

需检测的横截面应机加出合适的表面光洁度,在进行腐蚀以露出低倍组织。表面光洁度和低倍腐蚀程度应经需方批准,并记录在制造方法数据卡中。

##### A.2.2 低倍检查

###### A.2.2.1 横向低倍

A.2.2.1.1 经腐蚀后在目视或放大不大于 $10\times$ 下检验,应无缩孔痕迹、疏松、孔洞、裂纹、分层、折叠、夹杂、夹渣等。

A.2.2.1.2 横向低倍试片经腐蚀后若发现暗腐蚀区或浅腐蚀区,应切取显微组织试样按A.2.3进行检查。白斑和黑斑一经确认后,按材料标准要求执行。

###### A.2.2.2 纵向低倍

纵向低倍试样经腐蚀后在目视或放大不大于 $10\times$ 下检验条带偏析,并摄取低倍组织照片,积累数据。有严重偏析时,由供需双方协商解决。

###### A.2.2.3 典型低倍组织

典型低倍组织照片见图A.1~图A.3。

##### A.2.3 显微组织

###### A.2.3.1 碳化物

A.2.3.1.1 未经腐蚀的显微组织检验试样在放大 $50\times$ 下检验,选择最差视场进行评级。

a) 纵条状碳化物按图A.4进行评级,应不超过C级(图A.4的c)、d)、e)。

b) 网状碳化物按图A.5进行评级,应不超过C级(图A.5的c)、d)、e)。

###### A.2.3.2 $Ni_3Nb$ 相

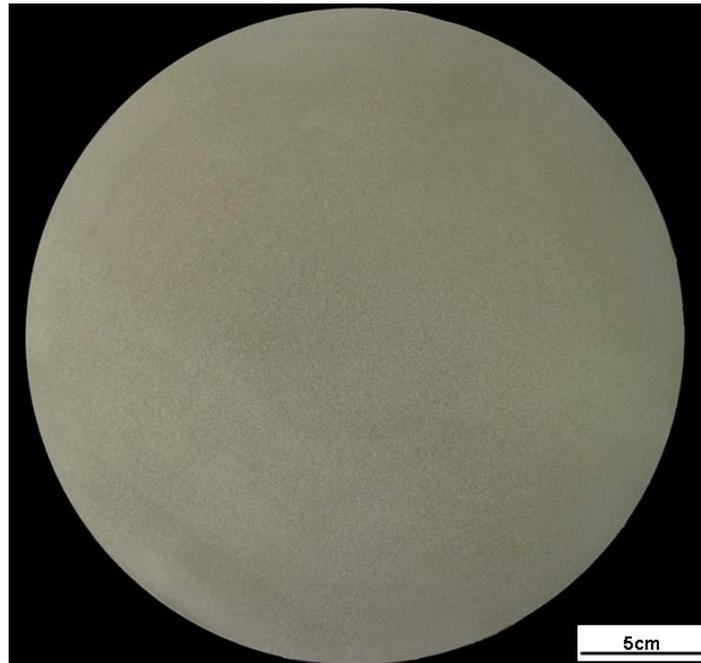
A.2.3.2.1 经腐蚀的显微组织检验试样在放大 $200\times$ 下检验 $Ni_3Nb$ 相,按图A.6标准照片评级。异常

$\text{Ni}_3\text{Nb}$ 相微观组织典型照片参见图A. 7。

A. 2. 3. 2. 2 材料中的 $\text{Ni}_3\text{Nb}$ 相分布和数量应不超过4级(图A. 9中d)), 允许不超过10%的试样受检面积内 $\text{Ni}_3\text{Nb}$ 相的分布和数量达到5级(图A. 9中e))或6级(图A. 9中f)); 若10%以上的试样受检面积内 $\text{Ni}_3\text{Nb}$ 相分布和数量超过上述界限, 则受检试样所代表的材料的显微组织应判为不合格。

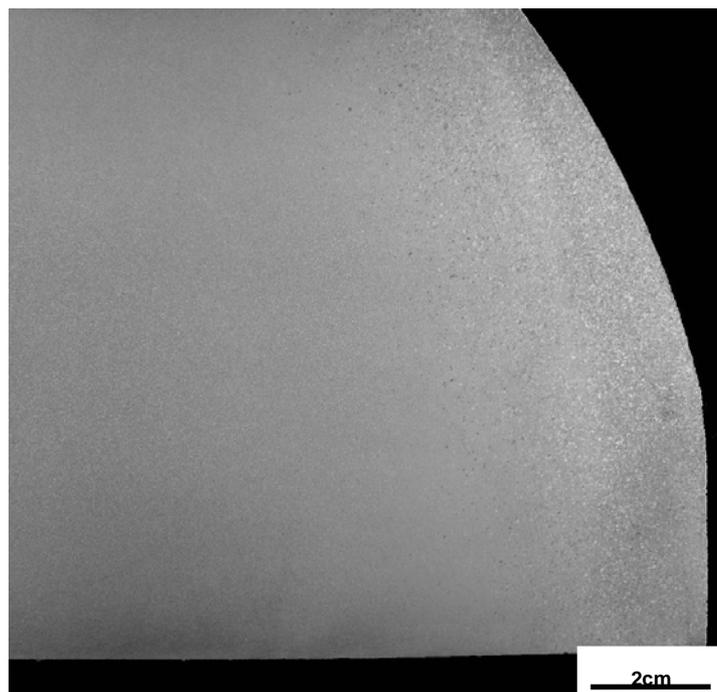
### A. 2. 3. 3 Laves相

经腐蚀的显微组织检验试样不允许存在Laves相。



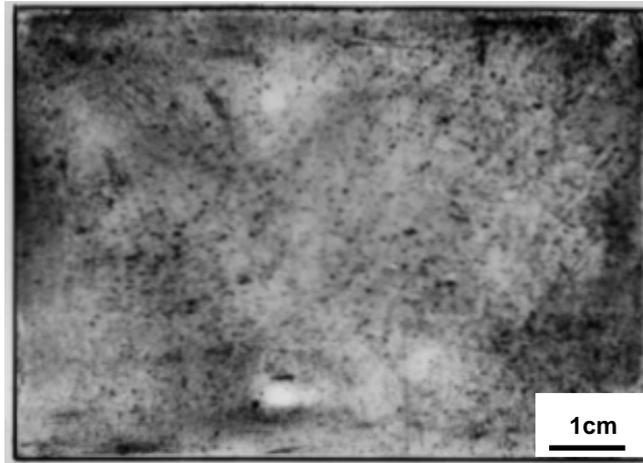
低倍组织均匀, 无缩孔痕迹、疏松、孔洞、裂纹、分层、折叠、夹杂、夹渣等。合格。

图A. 1 棒材均匀低倍组织

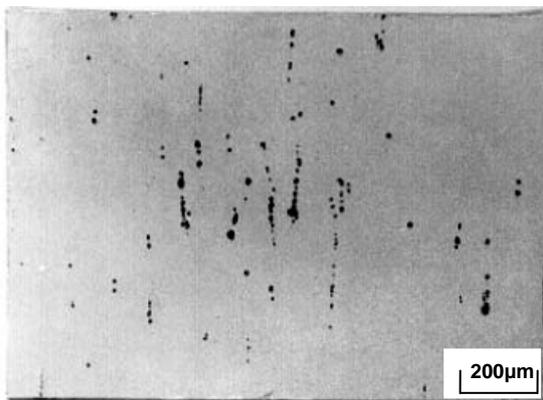


棒材晶粒不均匀，边缘存在粗晶。粗晶环宽度合格与否按材料标准进行判定。

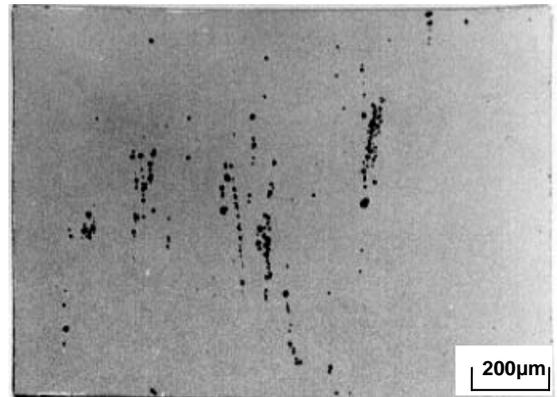
图A.2 棒材不均匀低倍组织



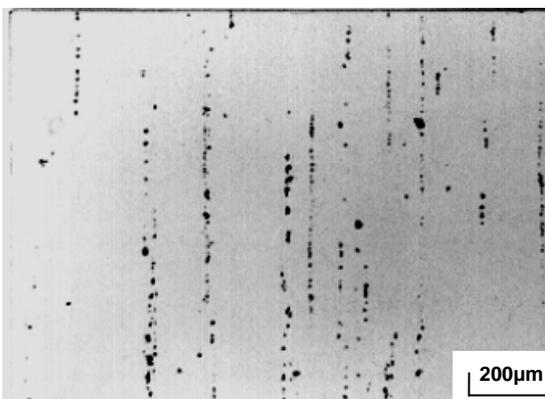
图A.3 棒材低倍检验时发现的白斑



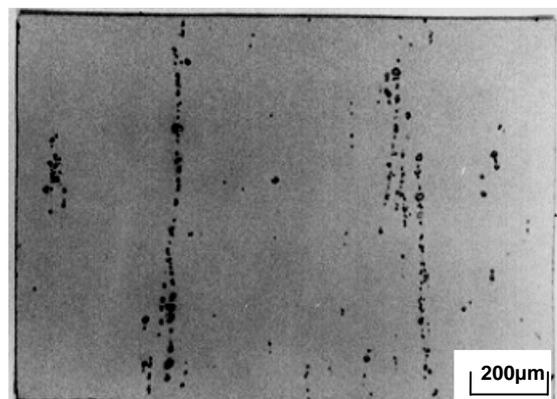
a) A级



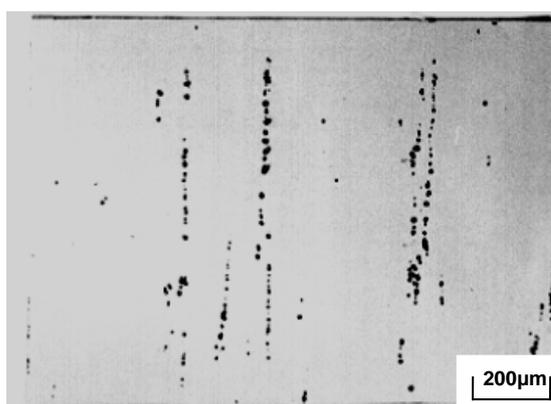
b) B级



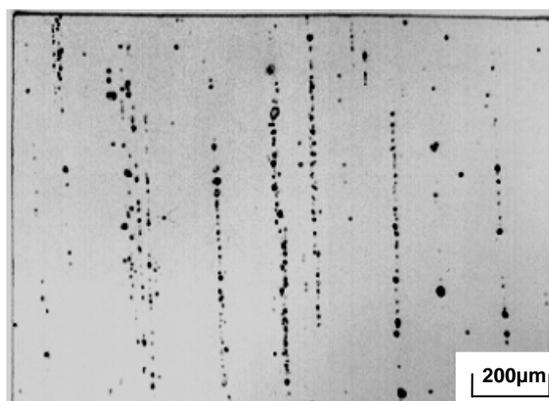
c) C级



d) C级

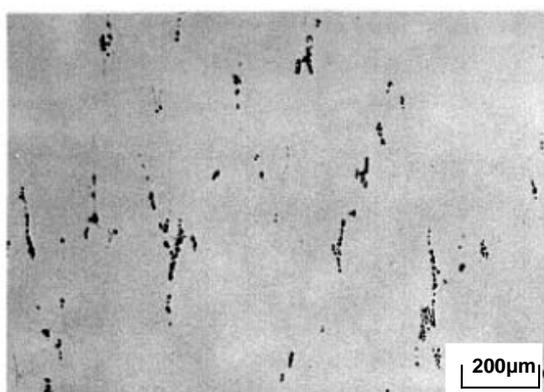


e) C级

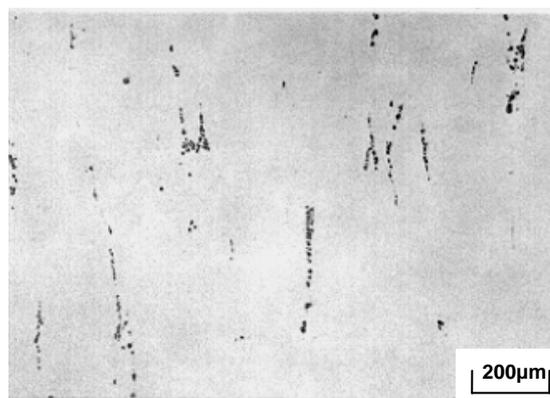


f) D级

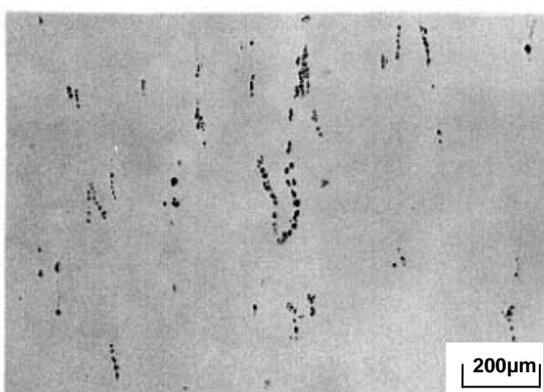
图A.4 纵条状碳化物评级标准照片 (50×)



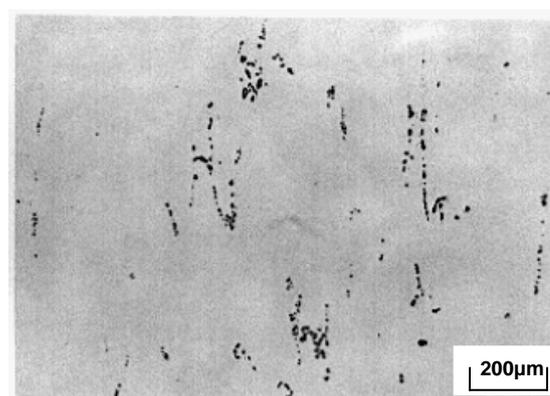
a) A级



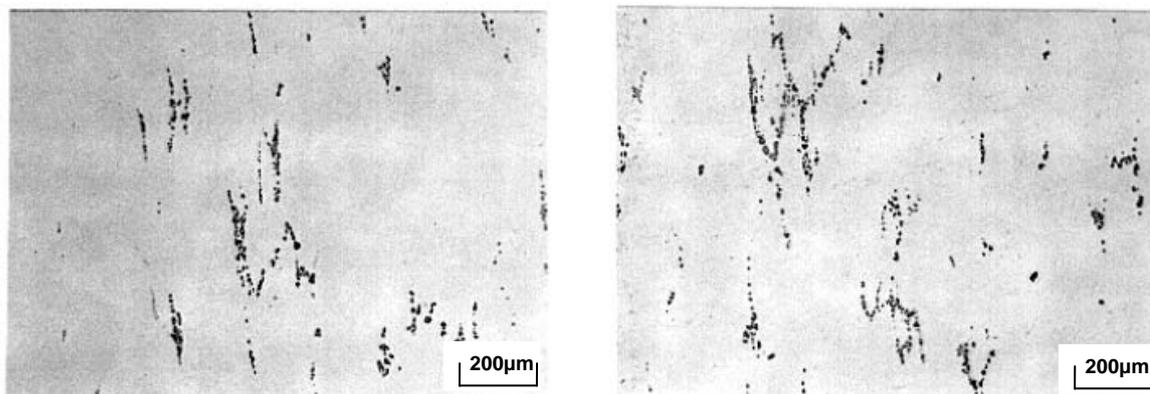
b) B级



c) C级



d) C级



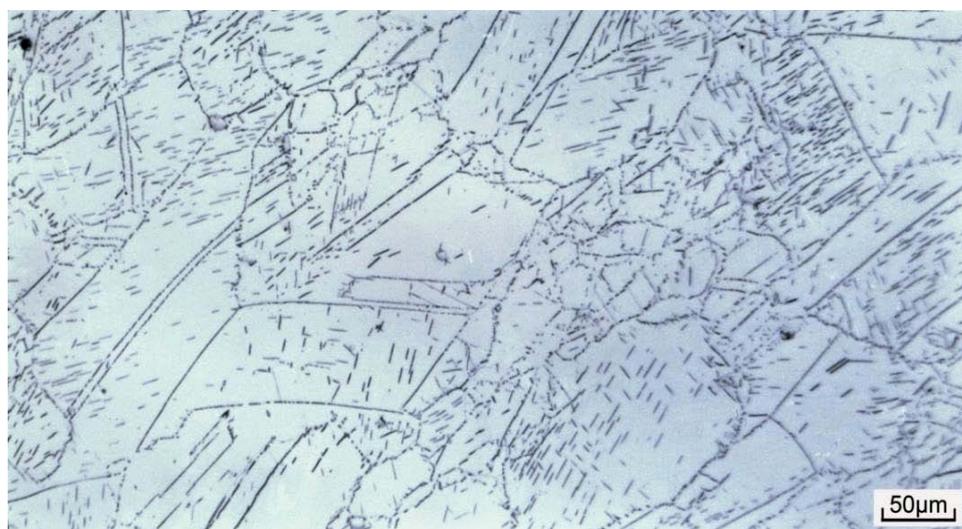
e) C 级

f) D 级

图A.5 网状碳化物标准评级照片 (50×)



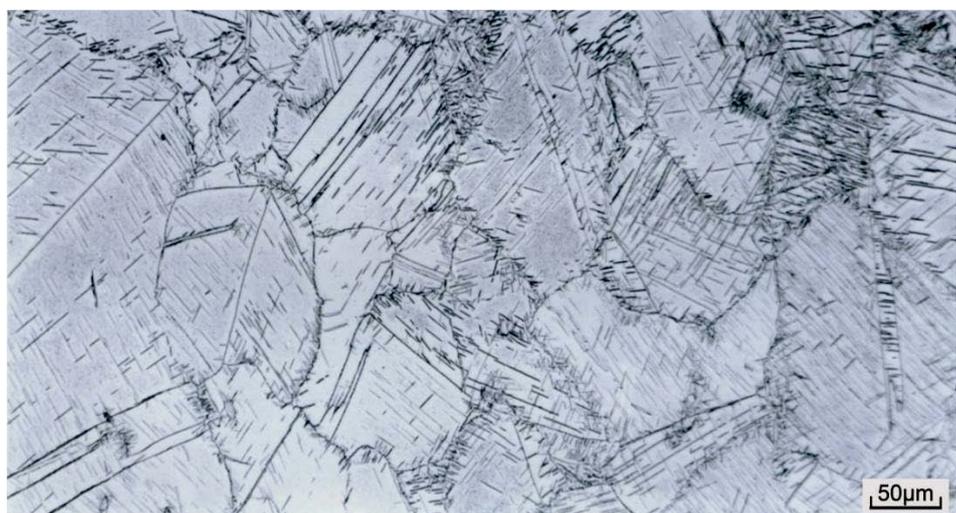
a) 1级 (200X)



b) 2级 (200X)



c) 3 级 (200X)



d) 4 级 (200X)



e) 5 级 (200X)



f) 6 级 (200X)

图A.6 Ni<sub>3</sub>Nb 相标准评级照片



a) 棒材中析出大量 Ni<sub>3</sub>Nb 相



b) a图的放大

大量魏氏体状Ni<sub>3</sub>Nb相析出。因终锻温度过低，形成“黑晶”组织。不合格。

图A.7 棒材中 Ni<sub>3</sub>Nb 相不均匀分布的典型照片